

MPLS Traffic Engineering의 표준 기술

김 강* 전종식** 김하식***

MPLS Traffic Engineering of standard skill

Kang Kim* Jong-Sik Jeon** Ha-Sik Kim***

요 약

MPLS(Multi protocol Label Switching)는 Network Traffic 흐름의 속도를 높이고 관리하기 쉽게 하기 위한 표준 기술이다. MPLS는 정해진 Pack 열에 특정 경로를 설정하는 것에 관여하고, 각 Pack 내에는 라벨이 있어 Router 입장에서는 그 Pack을 전달할 노드의 주소를 확인하여 소요시간을 절약한다. MPLS는 IP, ATM 및 프레임 릴레이 Network proto-col 등과 같이 작동한다.

MPLS는 Network OSI 참조모델과 함께 3Layer가 아닌 Switching을 하는 2Layer에서 대부분의 Pack이 전달되게 한다. MPLS는 Traffic을 빠르게 움직이게 하며, QoS를 위한 Network관리를 쉽게 한다. 이런 이유에 MPLS 기술은 더 많고 특정한 Traffic을 전송하기 시작한 Network로 채택될 유망한 기술로 기대되고 있다.

Abstract

MPLS(Multi protocol Label Switching) is standard skill for added to speed and control the Network Traffic. MPLS concerned the routing protocol to relative Pack line, Each Pack composed label and node, saved the time to seek the address of node.

MPLS worked IP, ATM and Network protocol of flame rely.

MPLS is Network OSI suport model, 2Layer send to most of Packinsted of 3Layer Switching. MPLS is added speed Traffic of QoS and effective controled the Network.

* 강원관광대학 컴퓨터정보계열 조교수
** 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사
*** 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사

I. 서론

IP 라우팅과 ATM스위칭 이 1993년 Classical IP over ATM문서를 근거하여 IET에 의해 표준화가 진행 되었으며, 1999년 MPOA 가 ATM Forum에 의해 발표되었지만 확장성의 문제로 중단되었다가 1997년 Ipsilon의 IP스위칭이 등장하면서 관심을 갖게되었으며, Cisco의 Tag Switching, IBM의 ARIS(Aggregate Router-based IP Switching), 도시바의 CSR(Cell Switch Router) 등이 제안되었고, 이러한 방식들의 표준화를 위하여 MPLS 워킹 그룹이 IET에 구성되었다.

인터넷 트래픽이 매년 증가하여 경제적 기술의 한계에 직면함에 따라 ISP, 백본망들은 한정된 망을 사용하고 동적으로 변경되는 IP트래픽을 효과적으로 처리하여, QoS를 차별적으로 지원하고 수익성을 최대화하여 IP트래픽엔지니어링 기술에 관심을 갖게되었다. 트래픽엔지니어링 기술을 통해서 급속히 증가되는 IP망을 효과적으로 운영관리하고, 네트워크 장애시에 신속한 복구가 가능하도록 망 구조를 개선하는 추세에 있다.

MPLS의 기본은 Layer2에서 레이블 교환을 통한 IP 트래픽의 고속 포워딩은 IP 라우터의 고속화를 위해 고안 되었으며, IET의 주도로 표준화가 진행되면서 MPLS가 갖는 효율적인 VPN서비스 지원 능력과 기존 IP라우팅이 지원하지 않는 트래픽엔지니어링 능력이 점차 부각되고 있다. MPLS가 주목을 끌고 있는 이유는 IP전송 방식의 문제로 지적되는 부분을 해결 할 수 있다는 점 때문이다. IP프로토콜의 경우 전송경로를 지정해 트래픽을 분배할 수 있는 프로비저닝(Provisioning)이 불가능하고 QoS, 등이 ATM(Asynchronous Transfer Mode), 프레임 릴레이에 비해 문제점들을 내포하고 있다. 이에 본 고에서는 MPLS 기술을 기반으로 하는 기본개념과 기술적 특성, Traffic 엔지니어링 기술, MPLS를 이용한 IP 전달망 기술로서의 적용 가능한 발전전망에 대하여 기술한다.

II. MPLS의 기본 개념과 기술적 특성

MPLS는 기존의 hop-by-hop라우팅에 의해 단절되는 IP패킷을 네트워크 입·출력시에만 L3라우팅을 처리하고, 코어에서는 레이블을 이용한 L2스위칭에 의해서 패킷을 전달함으로써 IP라우팅의 성능과 확장성을 개선하고, Explicit라우팅과 트래픽 엔지니어링을 제공할 수 있도록 한 차세대 IP네트워크 기술이다.

MPLS는 IP라우팅의 확장성과 유연성을 기반으로 L2 스위칭의 결합을 통해 IP계층의 패킷 포워딩을 배제하고, L2스위칭에 의해 고속 패킷 포워딩으로 처리된다. LER(Label Edge Router)간의 L2스위칭 경로인 LSP(Label Switching Path)를 설정함으로써 L2 계층의 고속 전송로를 제공하며, 이는 ATM의 연결형 서비스를 IP망에 적용하고 있다.(그림 1)

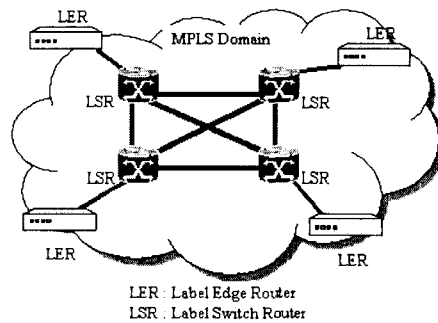


그림 1. MPLS

MPLS의 기술적 특성은 표 1과 같다.

첫째, 특정 IP 트래픽을 LER간의 L2스위칭 경로에서 다른 IP 트래픽과 분리할 수 있는 점과 특정 IP 스트림을 위해 별도의 LSP를 설정하고, 동일한 레이블을 갖는 IP패킷에는 동일한 서비스를 제공한다. 이와 같이 IP 트래픽을 분리 취급할 수 있는 능력은 END-to-END IP QoS를 제공하는데 유용하다.

둘째, LER간의 LSP의 설정을 통해 L2 터널을 구성

할 수 있다는 점이며, 터널의 의미는 LSP를 통해 전달되는 IP흐름은 입구 LER에서 적용되는 레이블에 의해 식별될 수 있음을 의미한다. 따라서 IP 터널링과 달리 별도의 터널링 프로토콜이 없이도 터널을 구성할 수 있으며, 이로 인해 VPN 서비스 지원이 용이해 진다.

셋째, LSP를 구성하는 노드가 임의의 LSR로 구성될 수 있으며, 실제로 LER간의 L2 스위칭 경로는 LSR간의 링크가 Concatenation되어 LSP를 구성하고, 각 노드는 IP 라우팅 경로상의 노드 및 입구 LER에서 CR-LDP(Constraint-Based Routed Distribution Protocol)와 같은 IP 시그널링 프로토콜을 통해 명시적으로 지정하는 노드일 수 있다.

이와 같은 명시적 경로 설정에 의해 트래픽 엔지니어링이 가능해져서, 망 자원의 활용성을 높일 수 있으며, 이는 IP VPN 서비스 제공의 용이성과 함께 최단 경로 라우팅을 수행하는 고속 IP 라우터에 비해 MPLS가 갖는 강력한 장점으로 인식된다.

표 1. MPLS의 기술적 특성

NGI Network Requirement	MPLS Feature
Network Simplicity	Intelligent Edge, Simple Core
Scalability	Flexible LSP, Traffic aggregation
Robust & Secure	Fast MPLS LSP Restorati
Per APP/Customer QoS	Constrained Routed Path(TE)
Maximum link utilization without overload	Explicit Routed Path 계획에 의한 Load balancing
Min investment and Max. Profit	. Traffic Engineerin 을 통한 투자 효익 . Premium, QoS-VPN 등 응용

이를 위한 MPLS는 목적지 기반 포워딩에 규제를 받지 않고 CR-LSP(Constraint-based Routed LSP)의 설정과 링크 오류, 선택된 경로의 설정을 위한 시그널링, 패킷의 분류 및 분배, 각 노드에서의 트래픽 전달시 큐잉 제어와 같은 기능을 갖는다. 또한 MPLS 트래픽 엔지니어링을 위한 기능 중 CR(Constraint-based Routed)은 자원의 가용성과 토폴로지 정보를 종합하여 트래픽의 QoS 라우팅 프로토콜을 이용하는 On-line경로 계산(그림 2)과 Off-line의 방법으로 계산하고, 라우팅 테이블을 구성하는 기능만 이용하기 때문에 MPLS 자체가 CR을 수행하는 것이 아닌 것을 알 수 있다. 특히 MPLS에서는 CR-LDP를 이용하여 각 노드에게 대역폭을 요청하고, 예약하여 자동적으로 CR-LDP를 설정하는 기능과 라우팅 트래픽 포워딩을 지원할 뿐이다.

CR의 영역은 MPLS와 다른 영역을 갖고있으며, CR과 MPLS는 결합되었을 때 트래픽엔지니어링 기술이 QoS 제공 측면에서 좋은 점이 있는 것은 분명한 사실이다. 하지만 MPLS에서 라우팅과 제공서비스는 레이블의 참조만으로 이루어지는 반면 IP 헤드 룩업과 같은 복잡한 Multifield의 분류과정이 필요 없고 CR-LDP의 On demand설정만이 가능한 것이 강점이다.

그러나 MPLS와 CR의 결합을 위해 노드간에 망의 상태에 대한 정보를 교환하면서 자원의 가용성을 확인하고, 링크층 대역폭, 예약된 대역폭, 예약 가능한 대역폭, 링크컬럼, 전달 지연 등 네트워크의 최근상태에 대한 정보와 같은 QoS Metric에 기초한 라우팅 테이블을 계산에 따라 CR-LDP의 설정이 필요하다. 이를 위해 기존 IP 라우팅 프로토콜의 수정 및 상태정보를 참고하여 최상의 연결을 계산하기 위한 라우팅 알고리즘이 필요하다.

III. MPLS 트래픽 엔지니어링 표준 기술

1. 트래픽 엔지니어링

MPLS 트래픽 엔지니어링은 트래픽 흐름의 전달 경로를 제어하여 망의 자원에 대한 운용능력과 QoS를 지원할 수 있는 능력을 높이고 망 사업자의 정책을 만족시킨다.

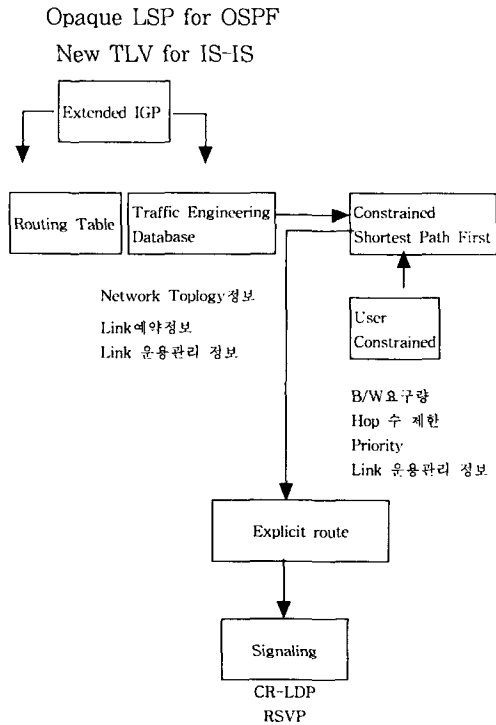


그림 2. Constrained-based Routing 가능

CR의 영역은 MPLS와 다른 영역을 갖고있으며, CR과 MPLS는 결합되었을 때 트래픽엔지니어링 기술이 QoS 제공 측면에서 좋은 점이 있는 것은 분명한 사실이다. 하지만 MPLS에서 라우팅과 제공서비스는 레이블의 참조만으로 이루어지는 반면 IP 헤드 룩업과 같은 복잡한 Multifield의 분류과정이 필요 없고 CR-LDP의 On demand설정만이 가능한 것이 강점이다.

그러나 MPLS와 CR의 결합을 위해 노드간에 망의 상태에 대한 정보를 교환하면서 자원의 가용성을 확인하고, 링크층 대역폭, 예약된 대역폭, 예약 가능한 대역폭, 링크컬럼, 전달 지연 등 네트워크의 최근상태에 대한 정보와 같은 QoS Metric에 기초한 라우팅 테이블을 계산에 따라 CR-LDP의 설정이 필요하다. 이를 위해 기존 IP라우팅 프로토콜의 수정 및 상태정보를 참고하여 최상의 연결을 계산하기 위한 라우팅 알고리즘이 필요하다.

2. 시그널링 프로토콜

MPLS 시그널링 프로토콜은 ER-LSP의 경로가 결정된 후 시그널링 프로토콜을 이용하여 해당 노드들간에 연결을 설정해야한다. MPLS 시그널링 프로토콜은 ATM

시그널링 프로토콜과 동일하게 레이블의 분배, Explicit Route 정보전달, 대역폭을 포함한 트래픽 파라메터의 전달 및 Per-Emption이나 우선 순위와 같은 연결설정에 필요한 부가적인 정보들을 인접 노드들 간에 전달하는 역할을 한다. MPLS 시그널링 프로토콜은 신뢰성, 확장성, 연결설정 및 유지 우선 순위, Preemption, 멀티캐스팅, 대체경로 설정 등과 QoS를 지원할 수 있어야 한다

3. QoS

MPLS에서 IP QoS를 지원하는 방식은 트래픽의 요구에 부합되는 연결을 결정하고 각 노드에서 대역폭을 적정하게 예약하는 방식과 기존 IP 라우팅 프로토콜에 의해 결정되는 연결에 따른 트래픽을 전달하면서 차별화된 분류 및 분배 서비스를 제공하는 방식으로 구분할 수 있다. CR과 IP 시그널링 프로토콜을 이용하여 트래픽 요구사항을 만족하는 CR-LSP를 설정하여 QoS를 제공한다. 또한 목적지 LER까지 서비스 분야별로 LSP를 설정하고, 패킷의 입력단 LSR 포워딩 엔진에서 이루어지며 MPLS 망의 처리 성능을 결정짓는 핵심 기능이다.

입력단 LSR의 포워딩 엔진에서 유입되는 IP 트래픽 헤더의 정보를 이용하여 패킷에 속하는 흐름과 서비스를 클래스를 식별하고, 그 서비스 클래스에 할당된 LSP를 통해 패킷을 전달한다. 이와 같은 서비스 클래스별 LSP설정 능력은 MPLS가 갖는 QoS 제공의 기본 특성으로 IETE의 MPLS 망에서 Diffserv 지원을 위한 망 사업자의 서비스 제공 정책과 가입자의 다양한 요구를 수용하는 기초 작업을 진행하고 있다.

4. 기타 기능

MPLS 트래픽 엔지니어링 핵심 기능으로 SLA 기능과 각 노드에서 Trafficengineered Path에 대한 성능 모니터링, CBQ(Class Based Queueing) 매커니즘, Re-Optimization 기능 등이 요구 된다.

IV. MPLS 트래픽 엔지니어링을 이용한 IP망 기술의 발전 전망

1. 현재 IP 망의 트래픽 엔지니어링 기술적용의 제한

1세대(1994년) IP망은 SDH/SONET을 이용한 전송으로 속도는 1.5Mbps ~45Mbps 회선으로 연결된 2계층 망 구조로 hop-by-hop 라우팅으로 best-effort 서비스를 지원하는 망 구조로 되어있다. 이 구조는 Overprovisioning과 라우팅 프로토콜의 Metric 값의 조절을 통해서 트래픽의 흐름을 제한하고 있다. 따라서 확장성이 좋지 못하고, 단일경로만 지원하는 라우팅 프로토콜로 인해서 네트워크 자원을 적당하게 분배하지 못하고 있다.

2세대(1995년부터 1999년) IP 망은 SDH/SONET은 155Mbps~622Mbps급의 고속 ATM PVC를 이용한 라우터들 간의 Overlay 구조로된 풀메쉬로 best-effort 서비스를 고속으로 제공한다. ATM 트래픽제어기술은 중단간 Real QoS의 보장을 위해 QoS 경로제어, 큐잉제어, 트래픽의 특성이나 분류 등에 트래픽엔지니어링 메카니즘을 자유롭게 구성하고 있으나, ATM 계층에 집중되어 있어 IP 트래픽 전달에서는 적합하지 않은 기술적인 제한을 갖고 있다. IP전달에서는 ATM과 IP망이 공동 구조로 되어있어 Cell Tax 및 SAR인터페이스 속도 문제와 N² PVC 확장성 문제 등으로 지속적으로 증가하는 IP 수용에 기술적인 문제에 직면하고 있다.

2. MPLS를 이용한 차세대 망 구조

3세대(2000년 이후)에는 현재 인터넷망이 갖고 있는 IP트래픽 제어 문제를 해결하기 위해 MPLS를 이용한 망 구조로(그림 3) 발전해야 할 것이다. 3세대는 IP네트워크는 OC-48 이상의 수 기가급 SDH/SONET/DWDM 망 상에 MPLS 기술을 이용하여 IP 패킷을 전달하는 3계층 망 구조로 구성된다.

MPLS 계층의 트래픽 특징으로는 네트워크 내의 트래

픽 경로와 트래픽 플로우 제어, 장애시 신속한 경로복구와 트래픽엔지니어링 응용기능 지원, IP 트래픽 처리에 대한 제어, 가입자 QoS의 차별적 제공 등이 가능해진다. 따라서 MPLS 구조는 라우터들 간의 풀메쉬로 연결할 필요가 없으므로 네트워크 확장이 용이하고, Intelligent Edge/Simple Core 구조로 네트워크의 구성 및 운용을 효율적으로 관리기능이 가능할 것이다.

특히, MPLS 트래픽 엔지니어링 기술을 이용하면 가입자에게 지원되는 Best-Effort 서비스와 차별화되는 프리미엄 인터넷 서비스(VoIP, 증권뉴스, 인터넷 방송 등) 및 특정 사이트간의 대역폭 보장형 LSP를 지원하는 ELL(Emulated Leased Line) 서비스 및 QoS-VPN과 같은 다양한 부가서비스나 응용서비스 제공이 가능하며, 운용자에게는 네트워크 신뢰도와 사용되는 자원의 효율성을 개선할 수 있도록 장애시 긴급복구, 부하분산 등과 같이 관리를 하는데 효율성을 최대화할 수 있는 다양한 응용을 지원할 수 있는 장점이 있다.

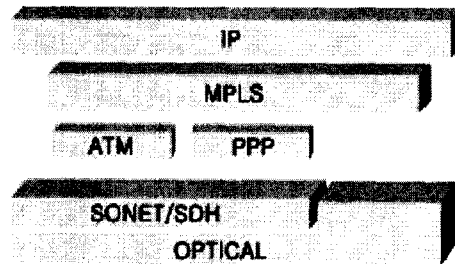


그림 3. MPLS를 이용한 IP 전달망 구조

V. 결론

현재까지는 인터넷 망 구조가 IP를 연결하는데 주안점을 두고 개발되어왔으나 향후에는 QoS 제공이나, 멀티캐스트 QoS 제공, mobility 등과 같은 것을 지원할 수 있는 망 구조로 변화할 것이며, 망 내부에서는 효율적인 자원의 관리를 위한 가입자의 트래픽 전달 경로에 대한 제어 기능까지도 지원할 것으로 보여진다.

하지만 MPLS Traffic 엔지니어링기술은 인터넷 트래픽의 급속한 증가에 경제적으로 대응할 수 있도록 고품질

의 IP 서비스를 제공하고, 공급자에게 수익성과 네트워크 운용 구조의 효율화를 제공할 것으로 전망된다.

따라서 기술적으로는 CR-LDP와 RSVP-TE간의 상호 연동성 확보, QoS 라우팅 문제, 품질모니터링 및 SLA 기능, Policy Server 등에 대한 체계적인 시험과 연구가 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] B.Jamoussi, "Constraint-Based LSP Setup using LDP," draft-ietf-mpls-cr-ldp-03.txt, Sep. 1999.
- [2] R.Callon.etal., "A Framework for Multiprotocol Label Switching," draftietf-mpls-framework-05.txt, Sep. 1999.
- [3] D. Awduche, et al., "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels," draft-ietf-mpls-rsvp-lsp-tunnel-05.txt, Feb. 2000.
- [4] X. Xiao, L. Ni, "Internet QoS: A Big Picture," IEEE Network, March/April. 1999.
- [5] F. Faucheur.etal., "MPLS Support of Differentiated Services," draft-ietf-mpls-diffserv-ext-04.txt, March. 2000.
- [6] D.Ooms.etal., "Framework for IP Multicast in MPLS," draft-ietf-mpls-multicast-01.txt, May. 2000.
- [7] E. Rosen, Y. Rekhter, "BGP/MPLS VPNs," RFC2547. March. 1999.

저자 소개



김 강
 2000년 송실(대전)대학교 대학원 전자계산(컴퓨터공)학과 박사수료
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보계열 조교수
 관심분야 : 컴퓨터네트워크, 보안



전 종 식
 1996년 청주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 2001년 청주대학교 대학원 전자공학과 박사수료
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사
 관심분야 : ASIC, 컴퓨터 게임프로그램



김 하 식
 1992년 청주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1999년 청주대학교 대학원, 전자공학과 박사과정
 현재 강원관광대학 컴퓨터정보계열 전임강사
 관심분야 : 전자상거래 구축